

Handwritten signature

Nuklidkarte

Chart of the Nuclides

Tableau des Nucleides

Tabla de Nuclidos

NUKLIDKARTE

3. Auflage 1968

Bearbeitet durch:

W. Seelmann-Eggebert, G. Pfennig und H. Münzel

Kernforschungszentrum Karlsruhe

Herausgeber:

DER BUNDESMINISTER FÜR WISSENSCHAFTLICHE FORSCHUNG, BONN

Zu beziehen durch: Gersbach u. Sohn Verlag, 8 München 34, Barer Str. 32 Preis DM 5,—

Druck: Haberbeck 491 Lage-Lippe

CHART OF THE NUCLIDES

3rd Edition 1968

TABLEAU DES NUCLEIDES

3^{ème} Edition 1968

TABLA DE NUCLIDOS

3^ª Edición 1968

Editor: DER BUNDESMINISTER FÜR WISSENSCHAFTLICHE FORSCHUNG, BONN
Editeur:
Editor:

Prepared by: W. Seelmann-Eggebert, G. Pfennig und H. Münzel
Préparé par: Institut für Radiochemie,
Elaborada por: Kernforschungszentrum Karlsruhe

Distributed by: Gersbach u. Sohn Verlag,
En vente chez: 8 München 34, Barer Str. 32
Puede adquirirse en: Price/Prix/Precio DM 5,—

Printed by: Haberbeck, 491 Lage-Lippe
Imprimé par:
Impresa por:

Nous remercions l'Inspection Générale du Commissariat à l'Energie Atomique pour la vérification du texte français.

Agradecemos al Sr. Lic. A. Plata Bedmar del Ministerio de Obras Públicas, Madrid, la revisión de la versión española.

EXPLANATIONS AND TABLES	Seite	ERLÄUTERUNGEN UND TABELLEN
Table of Contents	Page	Inhaltsverzeichnis
Explanations of the Chart of the Nuclides	5	Erläuterungen zur Nuklidkarte
α -Energy Standards	13	Standards für α -Energien
Range of α -Particles in Air	13	Reichweite von α -Teilchen in Luft
Electron Energy Standards	14	Standards für Elektronenenergien
Range of β -Particles in Al	14	Reichweite von β -Teilchen in Al
γ -Energy Standards	15	Standards für γ -Energien
K-Fluorescence Yields	15	K-Fluoreszenzausbeute
Energies of Compton Edges and 180° Backscattering Peaks	16	Energien der Comptonkanten und der 180° Rückstreupeaks
Half-Thickness for γ -Quanta	17	Halbwertsdicke für γ -Quanten
Binding Energies of Orbital Electrons	18	Bindungsenergien der Hüllenelektronen
Exponential Functions	20	Exponentialfunktionen
Constants	22	Konstanten
Conversion Tables	23	Umrechnungstabellen
Alphabetical List and Densities of the Elements	26	Alphabetische Liste und Dichten der Elemente
Natural Radioactive Families	28	Natürlich radioaktive Familien

ACLARACIONES Y TABLAS	Page	EXPLICATIONS ET TABLEAUX
Indice	Página	Table des matières
Aclaraciones sobre la tabla de núclidos	9	Explications concernant le tableau des nucléides
Patrones para energías α	13	Valeurs de référence pour les énergies α
Alcance de las partículas α en aire	13	Parcours des particules α dans l'air
Patrones para energías de electrones	14	Valeurs de référence pour les énergies des électrons
Alcance de las partículas β en Al	14	Parcours des particules β dans l'Al
Patrones para energías γ	15	Valeurs de référence pour les énergies γ
Rendimientos de fluorescencia (capa K)	15	Rendements de fluorescence (couche K)
Energías de las discontinuidades Compton y de los picos de retrodispersión de 180°	16	Energies correspondant aux discontinuités Compton et aux pics de rétrodiffusion à 180°
Espesor de semirreducción para cuantos γ	17	Couches de demi-absorption pour les rayons γ
Energías de enlace de los electrones orbitales	18	Energies de liaison des électrons orbitaux
Funciones exponenciales	20	Fonctions exponentielles
Constantes	22	Constantes
Tablas de conversión	23	Tables de conversion
Lista alfabética con las densidades respectivas de los elementos	26	Liste alphabétique et masses volumiques des éléments
Familias radiactivas naturales	28	Familles radioactives naturelles

Explanation of the Chart of the Nuclides

The data given in the chart were taken from the following sources:

"Nuclear Data, Section B (Nuclear Data Sheets)", Nuclear Data Group, ORNL, Academic Press, New York
 "Table of Isotopes", C. M. Lederer, J. M. Hollander und I. Perlman, John Wiley & Sons, New York, 6th Edition 1967
 "Neutron Cross Sections", Sigma Center, BNL-325 Second Edition (1958), Supplement 1 (1960), Supplement 2 (1964/1966).

In addition, original publications up to April 1968 were taken into account.

Erläuterungen zur Nuklidkarte

Als Literaturquellen dienen:

Außerdem wurde die Originalliteratur bis April 1968 berücksichtigt.

Arrangement of the Nuclides

The chart is constructed with the proton number Z on the ordinate and the neutron number N on the abscissa.

In this arrangement, which was originally suggested by E. Segrè:

Isotopes (nuclides with the same number of protons) are arranged in horizontal lines,

Isotones (nuclides with the same number of neutrons) are arranged in vertical columns,

Isobars (nuclides with the same number of nucleons $A = N + Z$) are arranged in diagonal lines from the upper left to the lower right.

Anordnung der Nuklide

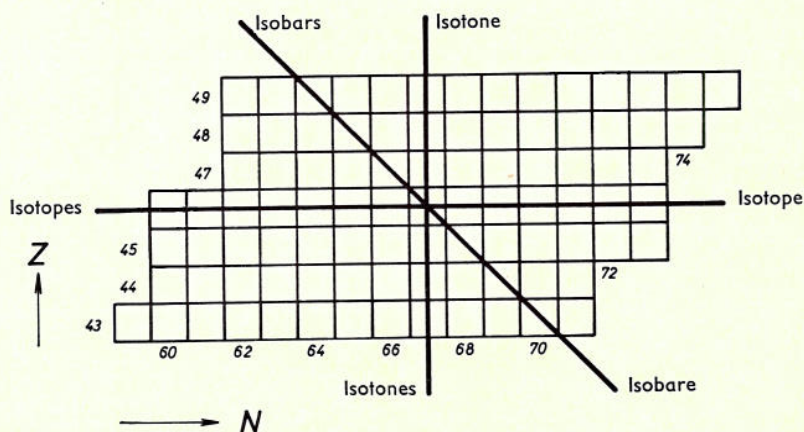
Auf der Ordinate ist die Protonenzahl Z und auf der Abszisse die Neutronenzahl N aufgetragen.

Bei dieser ursprünglich von E. Segrè vorgeschlagenen Anordnung liegen:


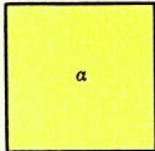
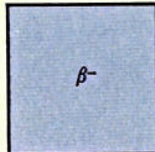
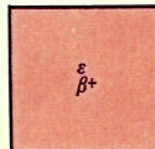
Isotope (Nuklide mit gleicher Protonenzahl) waagrecht nebeneinander,

Isotone (Nuklide mit gleicher Neutronenzahl) senkrecht übereinander,

Isobare (Nuklide mit gleicher Nukleonenzahl $A = N + Z$) auf einer Diagonalen von links oben nach rechts unten.

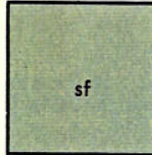


Colours and Modes of Decay

Stable nuclide		Stabiles Nuklid
Alpha decay		Alpha-Zerfall
Negatron decay		Negatronen-Zerfall
Electron capture Positron decay		Elektroneneinfang Positronen-Zerfall

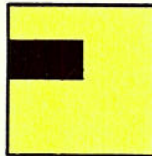
Farben und Zerfallsarten

Spontaneous fission



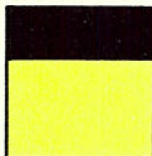
Spontanspaltung

Members of the natural radioactive families. The historical name of the nuclide is given in the black rectangle.



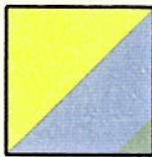
Glieder der natürlich radioaktiven Familien. In dem schwarzen Rechteck ist der historische Name des Nuklids angegeben.

Primordial radionuclides, i.e. those formed in the build-up of the terrestrial matter and still detectable to-day.

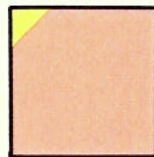


Primordiale Radionuklide, d. h. solche, die bei der Bildung der irdischen Materie entstanden und heute noch nachweisbar sind.

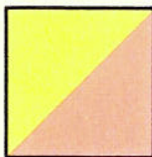
In the case of branching, each mode of decay is indicated by a coloured section, the size of which represents the relative probability of this mode. The symbols are listed in the sequence of decreasing probability.



Sind für ein Nuklid mehrere Zerfallsarten nachgewiesen worden, so ist das Feld mehrfarbig. Die Häufigkeit der Zerfallsarten ist durch die Größe der Farbflächen und durch die Reihenfolge der Symbole gekennzeichnet.



$\alpha \leq 5\%$

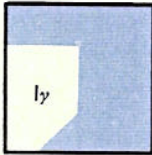


$5\% < \alpha < 95\%$



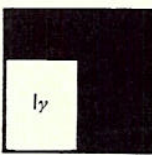
$\alpha \geq 95\%$

The data given in the left part apply to the metastable state, those in the right part to the ground state. The quanta emitted in the transition to the ground state are characterized by "I_γ".



Ist das Feld senkrecht unterteilt, so gelten die Angaben in der linken Spalte für den metastabilen, die in der rechten für den Grundzustand. Die beim Übergang in den Grundzustand emittierten Quanten sind durch "I_γ" gekennzeichnet.

The left part is white if a metastable state leads exclusively to the ground state and if its half-life is longer than one second. In addition, metastable states with a half-life shorter than one second are given in the left part if they decay by α-, β-emission, or spontaneous fission.



Geht ein metastabiles Isomer ausschließlich in den Grundzustand über, so ist die linke Spalte weiß, jedoch sind in diesem Fall nur metastabile Zustände aufgenommen, deren Halbwertszeit größer als 1 Sekunde ist. Darüberhinaus sind angeregte Zustände mit kleinerer Halbwertszeit als 1 Sekunde auch dann durch Feldteilung als metastabile Isomere gekennzeichnet, wenn sie unter Emission von α- oder β-Teilchen bzw. durch Spontanspaltung zerfallen.

γ-quanta are listed in the field of the decaying nuclide (parent nuclide).

γ

γ-Quanten werden stets beim zerfallenden Nuklid (Mutter-nuklid) aufgeführt.

Conversion electrons

e⁻

Konversionselektronen

If a β-decay yields the daughter nuclide in an excited state decaying by emission of protons, neutrons, or α-particles, the β-unstable parent nuclide is characterized by "(p)", "(n)", or "(α)".

(p); (n); (α)

Entsteht beim β-Zerfall das Tochternuklid in einem angeregten Zustand, welcher durch Emission von Protonen, Neutronen oder α-Teilchen zerfällt, so ist bei dem β-in-stabilen Mutternuklid "(p)", "(n)" bzw. "(α)" aufgeführt.

Microsecond, millisecond, second

μs, ms, s

Mikrosekunde, Millisekunde, Sekunde

Minute, hour, day, year

m, h, d, a

Minute, Stunde, Tag, Jahr

(n, γ) cross section for thermal neutrons

σ

(n, γ)-Wirkungsquerschnitt für thermische Neutronen

fission cross section for thermal neutrons

σ_f

Spaltquerschnitt für thermische Neutronen

(n, p) cross section for thermal neutrons

σ_{n,p}

(n, p)-Wirkungsquerschnitt für thermische Neutronen

(n, α) cross section for thermal neutrons

σ_{n,α}

(n, α)-Wirkungsquerschnitt für thermische Neutronen

Absorption cross section for thermal neutrons

σ_{abs}

Absorptionsquerschnitt für thermische Neutronen

(n, γ) cross section for reactor neutrons

σ*

(n, γ)-Wirkungsquerschnitt für Reaktorneutronen

Data or assignment uncertain

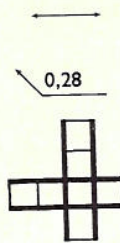
?

Daten oder Zuordnung unsicher

Assignment of decay properties to metastable or ground state uncertain

Isobaric chain yield (%) for the thermal neutron fission of ^{235}U

Nuclides with a closed neutron or proton shell are characterized by heavy vertical or horizontal border lines.



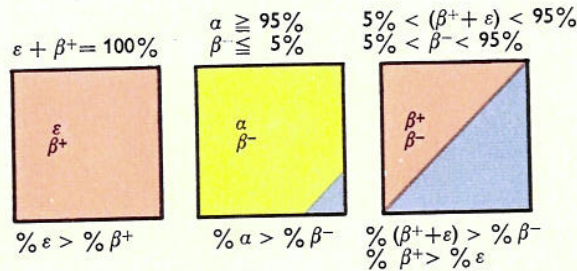
Zuordnung der Zerfallsdaten zum metastabilen bzw. Grundzustand unsicher

Isobaren-Ausbeute (%) für die Spaltung von ^{235}U mit thermischen Neutronen

Nuklide mit abgeschlossener Neutronen- oder Protonenschale sind durch horizontale oder vertikale verstärkte Begrenzungslinien gekennzeichnet.

Probability of the Decay Modes

The size of a coloured section indicates the relative probability of the corresponding decay mode. The symbols are listed in the sequence of decreasing probability.



Häufigkeit der Zerfallsarten

Die Größe der Farbflächen veranschaulicht die Häufigkeit der Zerfallsarten, deren Symbole in der Reihenfolge abnehmender Häufigkeit aufgeführt sind.

Energy and Relative Intensity of the Radiations

The energies are given in MeV.

Endpoint energy of the most prominent β -transition. A second value gives the endpoint of the highest energy group observed. The points indicate further transitions with lower endpoint energy.

Transitions with known energies but with relative intensities of less than 1% altogether

Observed transitions with unknown energies

Particle energies in the sequence of decreasing relative intensity, given even in the case that the emission probability is less than 1%.

The energies of the two most prominent γ -quanta are listed in the sequence of decreasing relative intensity.

Several γ -quanta of known relative intensities within the energy interval 0.29–1.17 MeV

γ -quanta with unknown energies but with a total intensity of less than 1%

Observed γ -quanta with unknown energies

This symbol is listed only if more than 50% of the γ -quanta are converted.

This symbol is mentioned only if electron capture is more prominent than positron decay.

β^+
oder/or
 β^-
2,3...

β^+ oder/or
 β^- ...

β^+ oder/or β^-

(n), (α), (p)
oder/or
 α 3,75; 4,43

γ 0,81;
1,17...

γ 0,29–1,17

γ ...

γ

e^-

ϵ

Energie und Häufigkeit der Strahlen

Alle Energieangaben erfolgen in MeV.

β -Maximalenergie des häufigsten Übergangs. Eine zweite Zahl bezeichnet die höchste vorkommende β -Maximalenergie. Weitere Übergänge niedrigerer Energie werden durch Punkte angedeutet.

Übergänge bekannter Energie, jedoch mit einer Gesamtintensität von weniger als 1% der Zerfälle

Nachgewiesene Übergänge unbekannter Energie

Teilchenenergien in der Reihenfolge abnehmender Häufigkeit. Sie sind auch dann angegeben, wenn die Emissionswahrscheinlichkeit kleiner als 1% ist.

Nur die Energien der beiden häufigsten γ -Quanten sind angeführt; und zwar in der Reihenfolge ihrer Häufigkeit.

Mehrere γ -Quanten unbekannter Häufigkeit in den Grenzen 0,29 bis 1,17 MeV

γ -Quanten bekannter Energien jedoch mit einer Gesamthäufigkeit von weniger als 1% der Zerfälle

Nachgewiesene γ -Quanten unbekannter Energien

Das Zeichen wird nur angeführt, wenn mehr Konversionselektronen als γ -Quanten emittiert werden.

Dieses Zeichen wird nur dann angegeben, wenn der Elektroneneinfang wahrscheinlicher ist als der β^+ -Zerfall.

Cross Sections

The cross sections refer to thermal neutrons (if known for $v = 2200 \text{ m/s}$). Only if these are unknown, the cross sections for reactor neutrons σ^* are listed. All cross sections are given in barns (10^{-24} cm^2).

(n, γ) cross section for formation of the metastable state 1.5 b and of the ground state 3.9 b. If the individual cross sections are unknown, the sum is indicated.

σ 1,5 + 3,9

Wirkungsquerschnitte

Die Wirkungsquerschnitte gelten für Reaktionen mit thermischen Neutronen (falls bekannt für $v = 2200 \text{ m/s}$). Nur wenn diese nicht bekannt sind, werden die Wirkungsquerschnitte für Reaktorneutronen σ^* aufgeführt. Alle Wirkungsquerschnitte sind in barn (10^{-24} cm^2) angegeben.

(n, γ)-Wirkungsquerschnitt für die Bildung des metastabilen Zustandes 1,5 b und für die Bildung des Grundzustandes 3,9 b. Sind die einzelnen Wirkungsquerschnitte nicht bekannt, so wird die Summe angegeben.

Arrangement of Symbols and Data

Elements

symbol of the element
atomic weight based on $^{12}\text{C} = 12$
absorption cross section for thermal neutrons

Cd
112,40
$\sigma_{\text{abs}} 2450$

Stable Nuclides

symbol of the element, number of nucleons
abundance in naturally occurring element (%)
(n, γ) cross sections for the formation of the ^{127}Te meta-
stable and of the ^{127}Te ground state by thermal neutrons

Te 126
18,71
$\sigma 0,135+0,90$

symbol of the element, number of nucleons

left part: half-life of metastable state
energy of the γ -quanta emitted in the isomeric transition (MeV)
right part: abundance in the natural element (%)
absorption cross section for thermal neutrons

Se 77
17,5 s 7,58
$I_{\gamma} 0,16$ $\sigma_{\text{abs}} 42$

Unstable Nuclides

symbol of the element, number of nucleons
half-life
modes of decay and energy of radiation (MeV)
conversion electrons and (n, γ) cross section for reactor
neutrons

Tm 170
130 d
$\beta^- 1,0 \dots$
ϵ
$\gamma 0,084$
$e^- \sigma^* 150$

symbol of the element, number of nucleons
left part: half-life; decay mode of the metastable state
right part: half-life; decay mode of the ground state
 γ -energies (MeV)

Am 240
0,9 ms 51 h
ϵ
$\gamma 1,00$
sf 0,90 ...

Anordnung der Symbole und Daten

Elemente

Elementsymbol
Atomgewicht bezogen auf $^{12}\text{C} = 12$
Absorptionsquerschnitt für thermische Neutronen

Stabile Nuklide

Elementsymbol und Nukleonenzahl
Häufigkeit im natürlichen Element (%)
(n, γ)-Querschnitte für die Bildung des metastabilen und
des Grundzustands des ^{127}Te mit thermischen Neutronen

Elementsymbol und Nukleonenzahl

linke Spalte: Halbwertszeit des metastabilen Zustands
Energie des beim Isomerenübergang emittierten γ -Quants (MeV)
rechte Spalte: Häufigkeit im natürlichen Element (%);
Absorptionsquerschnitt für thermische Neutronen

Instabile Nuklide

Elementsymbol und Nukleonenzahl
Halbwertszeit
Zerfallsarten und Energie der Strahlung (MeV)
Konversionselektronen und (n, γ)-Querschnitt für Reaktor-
neutronen

Elementsymbol und Nukleonenzahl
linke Spalte: Halbwertszeit und Zerfallsart des meta-
stabilen Zustands
rechte Spalte: Halbwertszeit und Zerfallsart des Grund-
zustands; Energien der γ -Quanten (MeV)

Aclaraciones sobre la tabla de núclidos

Como fuente de información bibliográfica se han utilizado preferentemente las publicaciones:

„Nuclear Data, Section B (Nuclear Data Sheets)“, Nuclear Data Group, ORNL, Academic Press, New York
 „Table of Isotopes“, C. M. Lederer, J. M. Hollander, and I. Perlman, John Wiley & Sons, New York, 6th Edition, 1967
 „Neutron Cross Sections“, Sigma Center, BNL-325 Second Edition (1958), Supplement 1 (1960), Supplement 2 (1964/1966).

Además, se ha tenido en cuenta la bibliografía existente hasta abril de 1968.

Explications concernant le tableau des nucléides

Références bibliographiques:

Il a été, en outre, tenu compte de la littérature originale parue jusqu'au mois d'avril 1968.

Ordenación de los núclidos

El lugar que ocupa cada núclido en la tabla está dado por el número de protones Z (ordenada) y el número de neutrones N (abscisa) que posee.

Disposición, originalmente propuesta por E. Segrè:

Isótopos (núclidos con el mismo número de protones): horizontalmente uno al lado del otro

Isótonos (núclidos con el mismo número de neutrones): verticalmente uno encima del otro

Isóbaros (núclidos con el mismo número de nucleones $A = N + Z$): sobre una diagonal de pendiente negativa.

Disposition des nucléides

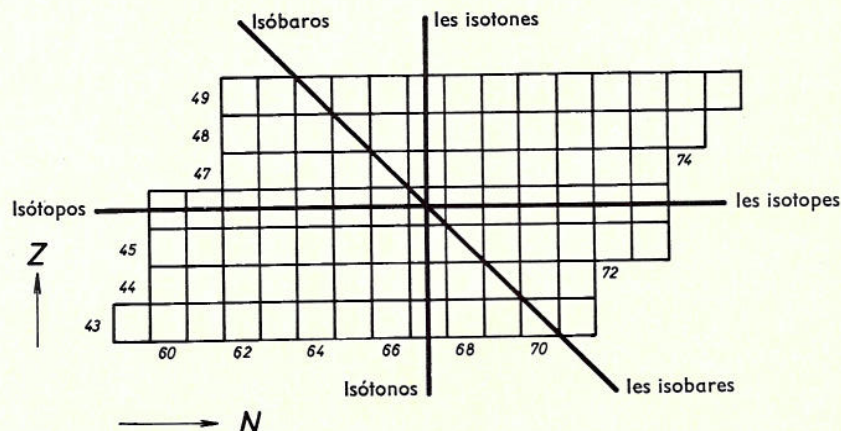
Le nombre de protons, Z , a été porté en ordonnée et le nombre de neutrons, N , en abscisse.

Avec cette disposition, initialement proposée par E. Segrè:

les isotopes (nucléides ayant le même nombre de protons) sont placés sur des lignes horizontales,

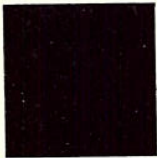
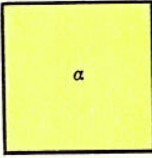
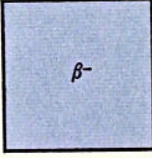
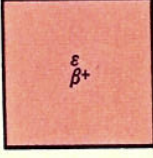
les isotonnes (nucléides ayant le même nombre de neutrons) sont placés suivant des lignes verticales,

les isobares (nucléides ayant le même nombre de nucléons $A = N + Z$) sont placés suivant des diagonales partant d'en haut à gauche et allant vers le bas à droite.



Significado de los colores

Couleurs et modes de désintégration

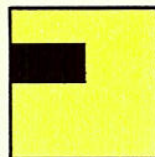
Núclido estable		Nucléide stable
Desintegración α		Désintégration α
Desintegración β^-		Désintégration β^-
Desintegración β^+ ó ϵ (captura de electrones orbitales)		Capture électronique Désintégration β^+

Desintegración por fisión espontánea



Fission spontanée

Miembros de las familias radiactivas naturales. En el rectángulo negro se ha indicado el nombre histórico del núclido.



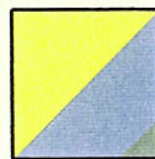
Corps appartenant aux familles radioactives naturelles. Le nom historique des nucléides est indiqué dans le rectangle noir.

Núclidos radiactivos primordiales; es decir aquellos que, desde la formación de la materia terrestre, aún son detectables.

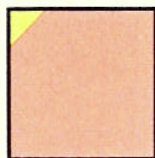


Nucléides radioactifs primordiaux, c.-à-d. noyaux qui depuis la formation de la terre ne se sont que partiellement désintégrés et sont encore détectables actuellement.

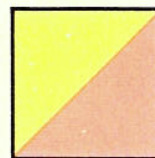
Núclido para el cual se ha demostrado la existencia de diferentes formas de desintegración. El porcentaje de cada forma de desintegración está caracterizado por el tamaño del área coloreada y por la secuencia de los símbolos



Lorsque, pour un nucléide, plusieurs modes de désintégration sont connus, la case correspondante est de plusieurs couleurs. La fréquence relative des modes de désintégration est indiquée par la surface de la couleur correspondante et par l'ordre des symboles.



$\alpha \leq 5\%$

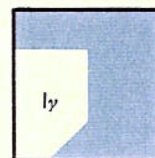


$5\% < \alpha < 95\%$



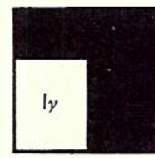
$\alpha \geq 95\%$

Si el cuadrado tiene una división vertical, los datos del rectángulo izquierdo se refieren al estado metaestable, y los del derecho al estado fundamental. « γ » se refiere a los cuantos emitidos en una transición al estado fundamental.



Dans le cas d'une subdivision verticale les valeurs figurant dans la partie gauche représentent l'état métastable et celles de la partie droite l'état fondamental. Les photons γ émis lors de la transition à l'état fondamental sont caractérisés par « γ ».

Si un isomère metaestable pasa exclusivamente al estado fundamental, el rectángulo de la izquierda queda en blanco, pero, en este caso, se han anotado solamente aquellos estados metaestables cuyo período de semidesintegración es mayor que un segundo. Si el período de semidesintegración de un estado metaestable es menor que un segundo, éste ha sido indicado también como isómero (por división vertical del rectángulo) si se desintegra por emisión de partículas α ó β , o por fisión espontánea.



Si l'isomère métastable revient exclusivement à l'état fondamental la partie gauche est blanche, mais dans ce cas - là on n'a tenu compte que des états métastables dont la période est supérieure à la seconde. Les états excités d'une période inférieure à une seconde ne sont représentés comme isomères métastables que lorsqu'ils se désintègrent par émission de particules α ou β ou par fission spontanée.

Emisión de cuantos γ siempre ha sido anotada junto al núclido que se desintegra (núclido padre).

γ

Les photons γ sont toujours indiqués à côté du nucléide qui se désintègre (père nucléaire).

Electrones de conversión

e^-

Electrons de conversion

Si después de una transición β el núclido hijo queda en estado excitado que, a su vez, se desintegra por emisión de neutrones, protones o de partículas α , los respectivos símbolos han sido anotados entre paréntesis junto al núclido padre.

(p); (n); (α)

Si une désintégration β conduit à un état excité du descendant qui se désintègre lui-même par émission de protons, de neutrons ou de particules α , l'indication (p), (n) ou (α) est portée à côté du père nucléaire instable.

Microsegundo, milisegundo, segundo

μs , ms, s

Microseconde, milliseconde, seconde

Minuto, hora, día, año

m, h, d, a

Minute, heure, jour, an

Sección eficaz del proceso (n, γ) para neutrones térmicos

σ

Section efficace pour la réaction (n, γ) pour des neutrons thermiques

Sección eficaz de fisión para neutrones térmicos

σ_f

Section efficace de fission pour des neutrons thermiques

Sección eficaz del proceso (n, p) para neutrones térmicos

$\sigma_{n,p}$

Section efficace pour la réaction (n, p) pour des neutrons thermiques

Sección eficaz del proceso (n, α) para neutrones térmicos

$\sigma_{n,\alpha}$

Section efficace pour la réaction (n, α) pour des neutrons thermiques

Sección eficaz de absorción para neutrones térmicos

σ_{abs}

Section efficace d'absorption pour des neutrons thermiques

Sección eficaz del proceso (n, γ) para neutrones de un reactor

σ^*

Section efficace pour la réaction (n, γ) pour des neutrons d'un réacteur

Datos inseguros o asignación dudosa

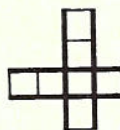
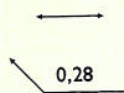
?

Données ou coordination incertaines

Asignación de los datos de desintegración al estado meta-estable o al estado fundamental insegura

Rendimiento isobárico (%) para la fisión de U-235 con neutrones térmicos

Los núclidos con capa completa de neutrones o protones han sido caracterizados por líneas de borde gruesas verticales u horizontales.



Coordination incertaine des données relatives à la désintégration vers un état métastable ou fondamental

Rendement isobarique (en %) de la fission thermique de ^{235}U

Les nucléides ayant une couche complète de neutrons ou protons sont marqués par des lignes d'encadrement épaisses horizontales ou verticales.

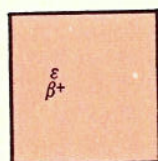
Probabilidad de los tipos de desintegración

Los tamaños de las áreas coloreadas caracterizan la probabilidad relativa de los diferentes tipos de desintegración. Los correspondientes símbolos de desintegración han sido anotados, siguiendo el orden de probabilidad decreciente.

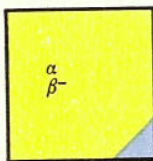
$$\epsilon + \beta^+ = 100\%$$

$$\alpha \geq 95\% \\ \beta^- \leq 5\%$$

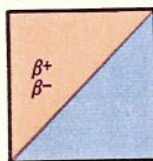
$$5\% < (\beta^+ + \epsilon) < 95\% \\ 5\% < \beta^- < 95\%$$



$$\% \epsilon > \% \beta^+$$



$$\% \alpha > \% \beta^-$$



$$\% (\beta^+ + \epsilon) > \% \beta^- \\ \% \beta^+ > \% \epsilon$$

Energía y probabilidad de emisión de las radiaciones

Todos los datos de energía están expresados en MeV.

Energía máxima de la transición β más probable. Un segundo número indica la mayor energía β máxima. La existencia de otras transiciones β de energía menor es indicada por puntos.

Transiciones de energía conocida, pero de una intensidad total inferior al 1% de las desintegraciones

Transiciones comprobadas de energía desconocida

Energía de las partículas, siguiendo el orden de probabilidad de emisión decreciente. Es indicada también cuando su probabilidad de emisión sea inferior al 1%.

Se han anotado, solamente, las energías de los dos cuantos γ más frecuentes, en orden decreciente de su probabilidad de emisión.

Varios cuantos γ de energías comprendidas entre 0,29 y 1,17 MeV, cuya probabilidad de emisión se desconoce

Cuantos γ de energía conocida, cuya probabilidad total de emisión es inferior al 1% de las desintegraciones

Cuantos γ observados de energía desconocida

Este símbolo está anotado solamente, cuando la probabilidad de emisión de electrones de conversión sea mayor que la de cuantos γ .

Este símbolo solamente está anotado en el caso de ser más probable la captura de electrones que la desintegración β^+ .

$$\beta^+ \text{ ou } \beta^- \\ 2,3 \dots$$

$$\beta^+ \text{ ou } \beta^- \\ \dots$$

$$\beta^+ \text{ ou } \beta^-$$

$$(p) (n) (\alpha) \\ \text{ou } \alpha \\ 3,75; 4,43$$

$$\gamma \\ 0,81; 1,17 \\ \dots$$

$$\gamma \\ 0,29-1,17$$

$$\gamma \dots$$

$$\gamma$$

$$e^-$$

$$\epsilon$$

Energie et intensité relative des rayonnements

L'énergie est donnée en MeV.

Energie β maximale de la transition β la plus fréquente. Un deuxième chiffre indique la plus grande énergie β maximale observée. D'autres transitions avec des énergies plus basses sont indiquées par des points.

Transitions d'énergie connue, dont l'intensité totale est inférieure à 1% des désintégrations

Transitions observées d'énergie inconnue

Energie des particules dans l'ordre décroissant de l'intensité d'émission. L'énergie est donnée même si la probabilité d'émission reste au-dessous de 1%.

Seules les énergies des deux photons γ les plus fréquents sont indiquées, et cela dans l'ordre de leur fréquence.

Plusieurs photons γ d'énergie connue comprise entre 0,29 et 1,17 MeV et de fréquence relative inconnue

Photons γ d'énergie connue dont la fréquence totale est inférieure à 1% des désintégrations

Rayonnements γ observés d'énergie inconnue

Ce symbole n'est donné que lorsque le nombre des électrons de conversion émis est supérieur au nombre des photons γ .

Ce symbole n'est donné que lorsque la capture électronique est plus probable que la désintégration β^+ .

Secciones eficaces

Las secciones eficaces se refieren a reacciones con neutrones térmicos (si se conocen para $v = 2.200$ m/s). Solamente si éstas son desconocidas, se han anotado las secciones eficaces para neutrones de reactor σ^* . Todas las secciones eficaces son expresadas en barnios (10^{-24} cm²).

Sección eficaz del proceso (n, γ) para la formación de un estado metaestable, 1,5 b y para la formación del estado fundamental, 3,9 b. En caso de no conocerse las respectivas secciones eficaces, está anotada la suma.

$$\sigma 1,5 + 3,9$$

Sections efficaces

Les sections efficaces se rapportent aux réactions avec des neutrons thermiques (si connues pour $v = 2200$ m/s). Lorsque ces sections efficaces ne sont pas connues on a indiqué celles pour des neutrons d'un réacteur σ^* . Toutes les sections efficaces sont exprimées en barn (10^{-24} cm²).

Sections efficaces de la réaction (n, γ) pour la formation de l'état métastable 1,5 b et de l'état fondamental 3,9 b. Lorsque les sections efficaces partielles sont inconnues on a donné leur somme.

Símbolos y datos

Elementos

símbolo del elemento
peso atómico basado en $^{12}\text{C}=12$
sección eficaz de absorción para neutrones térmicos

Cd
112,40
$\sigma_{\text{abs}} 2450$

Núclidos estables

símbolo del elemento y número de nucleones
abundancia en el elemento natural (%)
secciones eficaces de los procesos (n, γ) para la formación
los estados metaestable y fundamental del ^{127}Te con neu-
trones térmicos

Te 126
18,71
$\sigma 0,135+0,90$

símbolo del elemento y número de nucleones
lado izquierdo: período de semidesintegración del estado
metaestable
energía del cuanto γ emitido durante la transición iso-
mérica
lado derecho: abundancia en el elemento natural (%)
sección eficaz de absorción para neutrones térmicos

Se 77
17,5 s 7,58
$I_{\gamma} 0,16$
$\sigma_{\text{abs}} 42$

Núclidos inestables

símbolo del elemento y número de nucleones
período de semidesintegración
formas de desintegración
energía de la radiación (MeV)
electrones de conversión y sección eficaz del proceso (n, γ)
para neutrones de reactor

Tm 170
130 d
$\beta^- 1,0 \dots$
ϵ
$\gamma 0,084$
$e^- \sigma^* 150$

símbolo del elemento y número de nucleones
lado izquierdo: período de semidesintegración y forma
de desintegración del estado metaestable
lado derecho: período de semidesintegración y forma de
desintegración del estado fundamental
energías de los cuantos γ (MeV)

Am 240
0,9 ms 51 h
ϵ
$\gamma 1,00$
sf 0,90 ...

Nomenclature utilisée

Eléments

symbole de l'élément
masse atomique dans le système $^{12}\text{C}=12$
section efficace d'absorption de neutrons thermiques

Nucléides stables

symbole de l'élément et nombre de nucléons
teneur isotopique naturelle (en %)
sections efficaces pour les réactions (n, γ) pour des neutrons
thermiques aboutissant à l'état métastable et à l'état fonda-
mental du ^{127}Te

symbole de l'élément et nombre de nucléons
partie gauche: période de l'état métastable
énergie du photon γ émis dans la transition isomérique
partie droite: teneur isotopique naturelle (en %)
section efficace d'absorption de neutrons thermiques

Nucléides instables

symbole de l'élément et nombre de nucléons
période
modes de désintégration
énergie des rayonnements (en MeV)
électrons de conversion et section efficace pour la réaction
(n, γ) de neutrons d'un réacteur

symbole de l'élément et nombre de nucléons
partie gauche: période et mode de désintégration de l'état
métastable
partie droite: période et mode de désintégration de l'état
fondamental
énergie des photons γ (MeV)

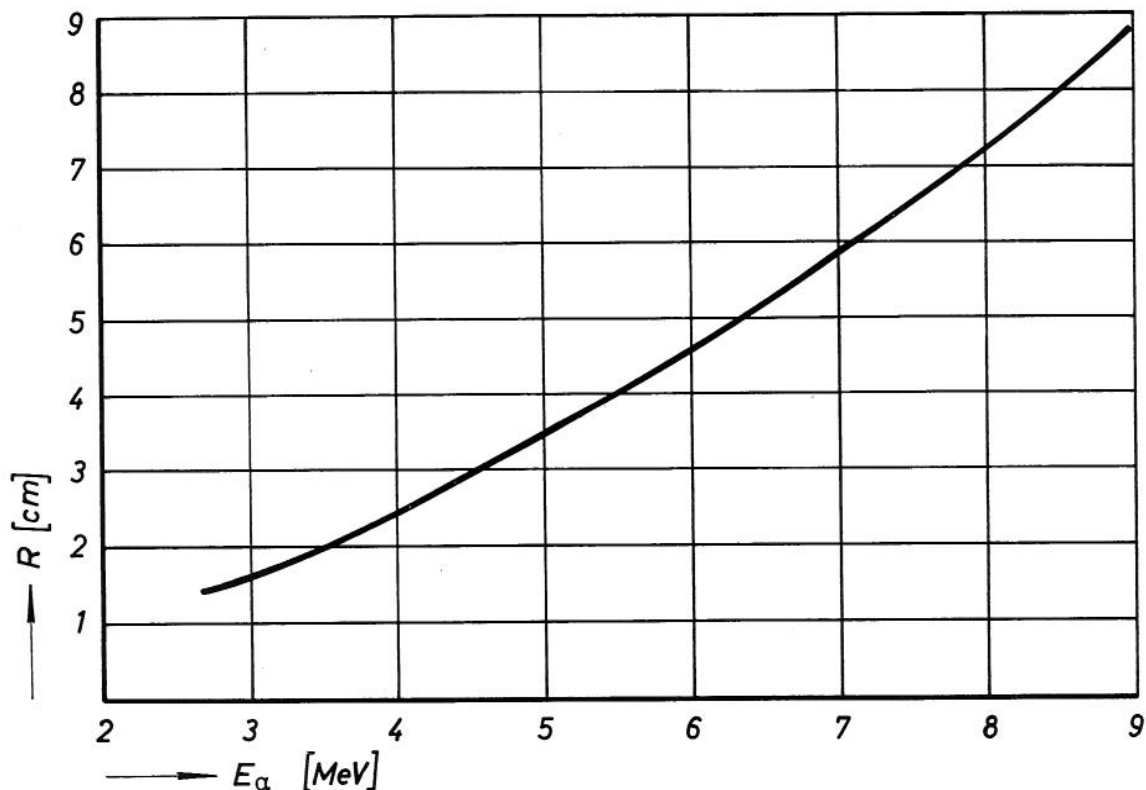
Standards für α -Energien α -Energy Standards

Valeurs de référence pour les énergies α Patrones para energías α

Literatur: J. C. Post, Actinides Reviews 1, 55 (1967)
Reference:
Référence:
Referencia:

Nuklid	α -Energie (MeV)*)	Nuklid	α -Energie (MeV)*)	Nuklid	α -Energie (MeV)*)
¹⁴⁷ Sm	2,231 (10)	²³¹ Pa	5,0124 (15)	²⁵¹ Cf	5,844 (5)
¹⁵⁰ Gd	2,715 (18)	²³¹ Pa	5,0295 (15)	²⁵¹ Cf	5,932 (5)
¹⁴⁹ Tb	3,950 (6)	²³⁹ Pu	5,1050 (10)	²¹⁸ Po	6,0000 (14)
²³² Th	3,955 (5)	²⁴⁰ Pu	5,1233 (10)	²⁵¹ Cf	6,007 (5)
²³² Th	4,011 (5)	²³⁹ Pu	5,1430 (10)	²⁵⁰ Cf	6,030 (5)
²³⁸ U	4,147 (5)	²³⁹ Pu	5,1557 (10)	²²⁷ Th	6,0366 (15)
²³⁸ U	4,195 (5)	²⁴⁰ Pu	5,1677 (10)	²¹² Bi	6,0497 (7)
²³⁵ U	4,367 (3)	²⁴³ Am	5,234 (2)	²¹² Bi	6,0889 (7)
²³⁵ U	4,399 (3)	²¹⁰ Po	5,3045 (5)	²⁵² Cf	6,118 (5)
²³⁶ U	4,443 (5)	²⁴⁵ Cm	5,307 (2)	²²⁰ Rn	6,2884 (22)
²³⁶ U	4,493 (3)	²²⁸ Th	5,3415 (20)	²¹¹ Bi	6,6219 (15)
²²⁶ Ra	4,5980 (15)	²⁴⁵ Cm	5,360 (2)	²¹⁸ At	6,6975 (30)
²³⁰ Th	4,6175 (15)	²²⁸ Th	5,424 (2)	²¹⁹ Rn	6,8175 (16)
²³⁰ Th	4,6840 (15)	²³⁸ Pu	5,4559 (10)	²¹⁵ Po	7,3841 (15)
²³⁴ U	4,7736 (10)	²⁴¹ Am	5,4860 (10)	²¹¹ Po	7,4480 (19)
²²⁶ Ra	4,7810 (15)	²³⁸ Pu	5,4988 (10)	²¹⁴ Po	7,6884 (6)
²⁰⁹ Po	4,883 (5)	²²³ Ra	5,6051 (17)	²¹⁶ At	7,800 (10)
²²⁷ Ac	4,9381 (20)	²²⁴ Ra	5,6840 (16)	²¹³ Po	8,377 (5)
²²⁷ Ac	4,9505 (20)	²²³ Ra	5,7141 (17)	²¹² Po	8,7850 (8)
²³¹ Pa	4,9510 (15)	²²⁷ Th	5,7552 (15)	^{212m} Po	11,65 (20)

*) Die Zahlen in Klammern sind die Standardabweichungen.
The standard deviations are listed in parentheses.
Les nombres entre parenthèses indiquent les écarts-types.
Los números entre paréntesis indican las desviaciones standard.



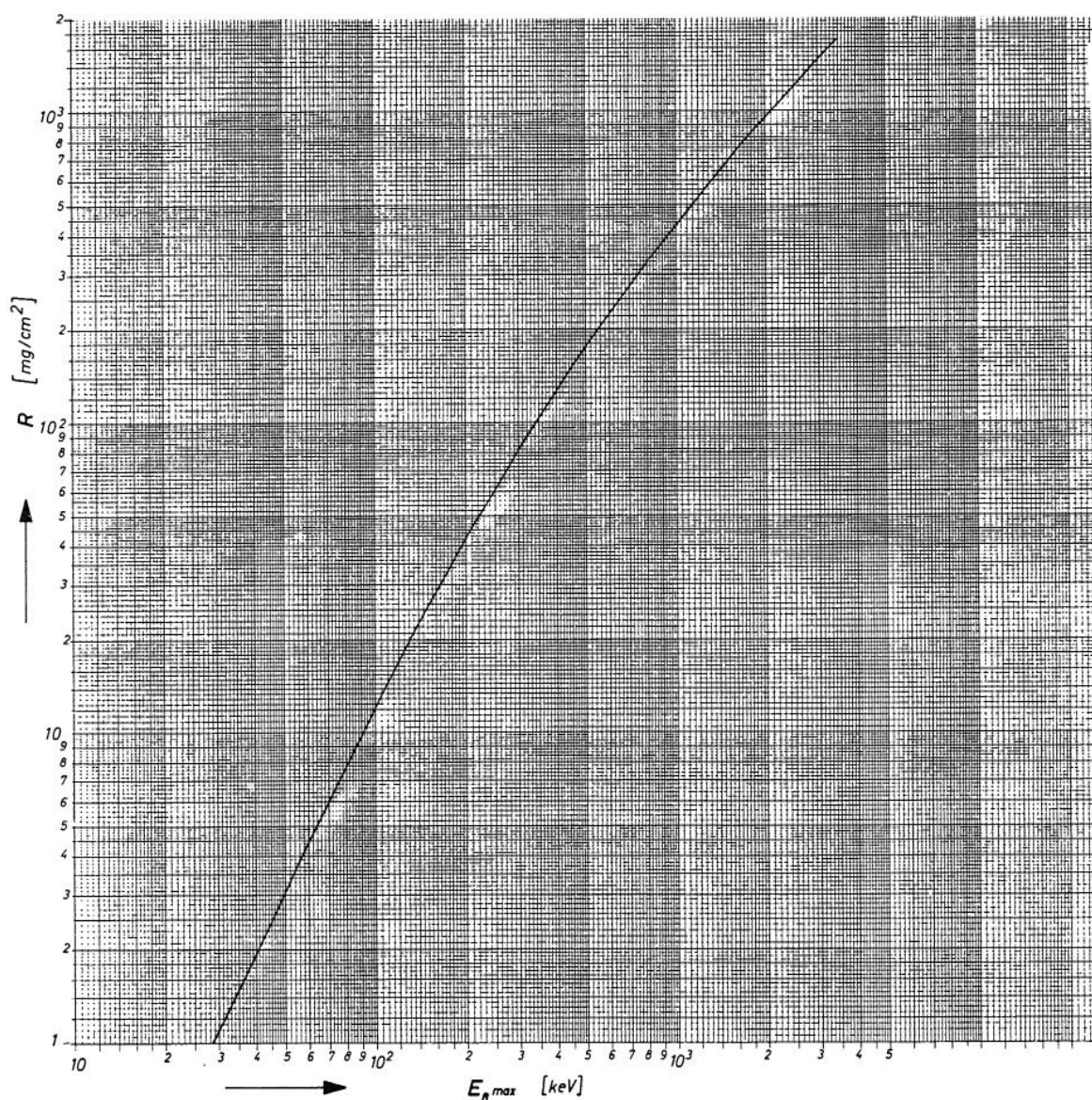
Reichweite von α -Teilchen in Luft bei 15°C und 760 Torr
Range of α -particles in air at 15°C and 760 Torr
Parcours des particules α dans l'air à 15°C et 760 Torr
Alcance de las partículas α en aire a 15°C y 760 Torr

Electron Energy Standards

Literatur: K. Siegbahn, Alpha-, Beta- and Gamma-Ray Spectroscopy,
Reference: North-Holland Publ. Comp., Amsterdam 1965
Référence:
Referencia:

Nuklid	Energie (keV)*	Nuklid	Energie (keV)*	Nuklid	Energie (keV)*
¹⁹⁹ Au	34,974 (15)	¹⁹² Ir	300,56 (4)	²⁰⁷ Pb	975,81 (28)
¹⁹² Ir	57,940 (14)	¹⁹⁸ Au	328,669 (10)	²¹⁴ Pb (RaC)	1 027,28 (23)
¹⁹⁹ Au	75,234 (12)	¹⁹² Ir	389,620 (13)	⁶⁰ Co	1 164,79 (4)
¹⁹⁹ Au	125,048 (21)	²⁰⁷ Pb	481,64 (10)	²⁴ Na	1 252,79 (4)
²⁰³ Hg	193,59 (5)	¹⁹² Ir	510,118 (17)	⁶⁰ Co	1 324,05 (5)
¹⁹² Ir	217,526 (9)	¹³⁷ Cs	624,14 (7)	²⁴ Na	2 638,03 (12)
¹⁹² Ir	230,021 (10)				

*) Die Zahlen in Klammern sind die Standardabweichungen.
The standard deviations are listed in parentheses.
Les nombres entre parenthèses indiquent les écarts-types.
Los números entre paréntesis indican las desviaciones standard.



Reichweite von β -Teilchen in Al
Range of β -particles in Al
Parcours des particules β dans l'Al
Alcance de las partículas β en Al

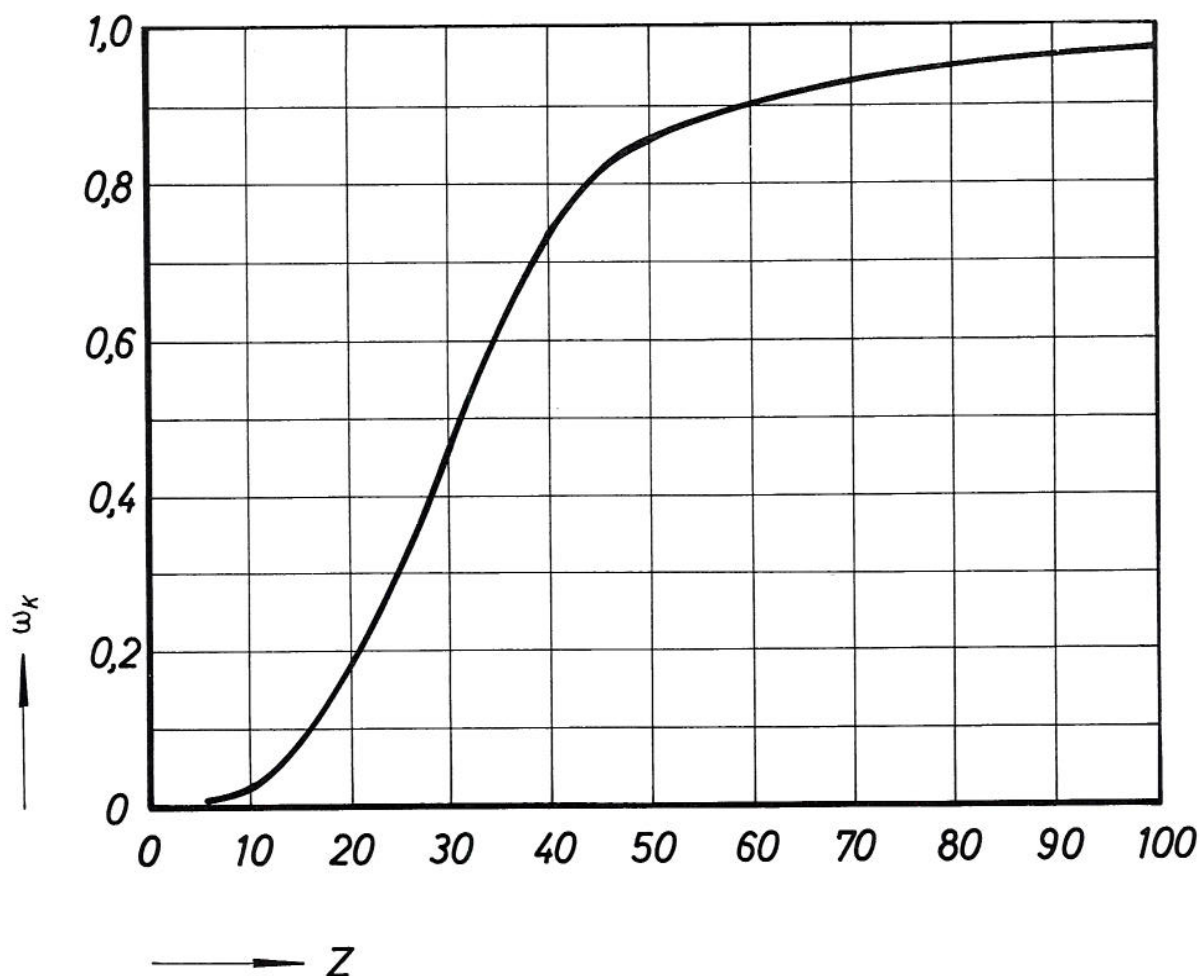
Standards für γ -Energien γ -Energy Standards

Valeurs de référence pour les énergies γ Patrones para energías γ

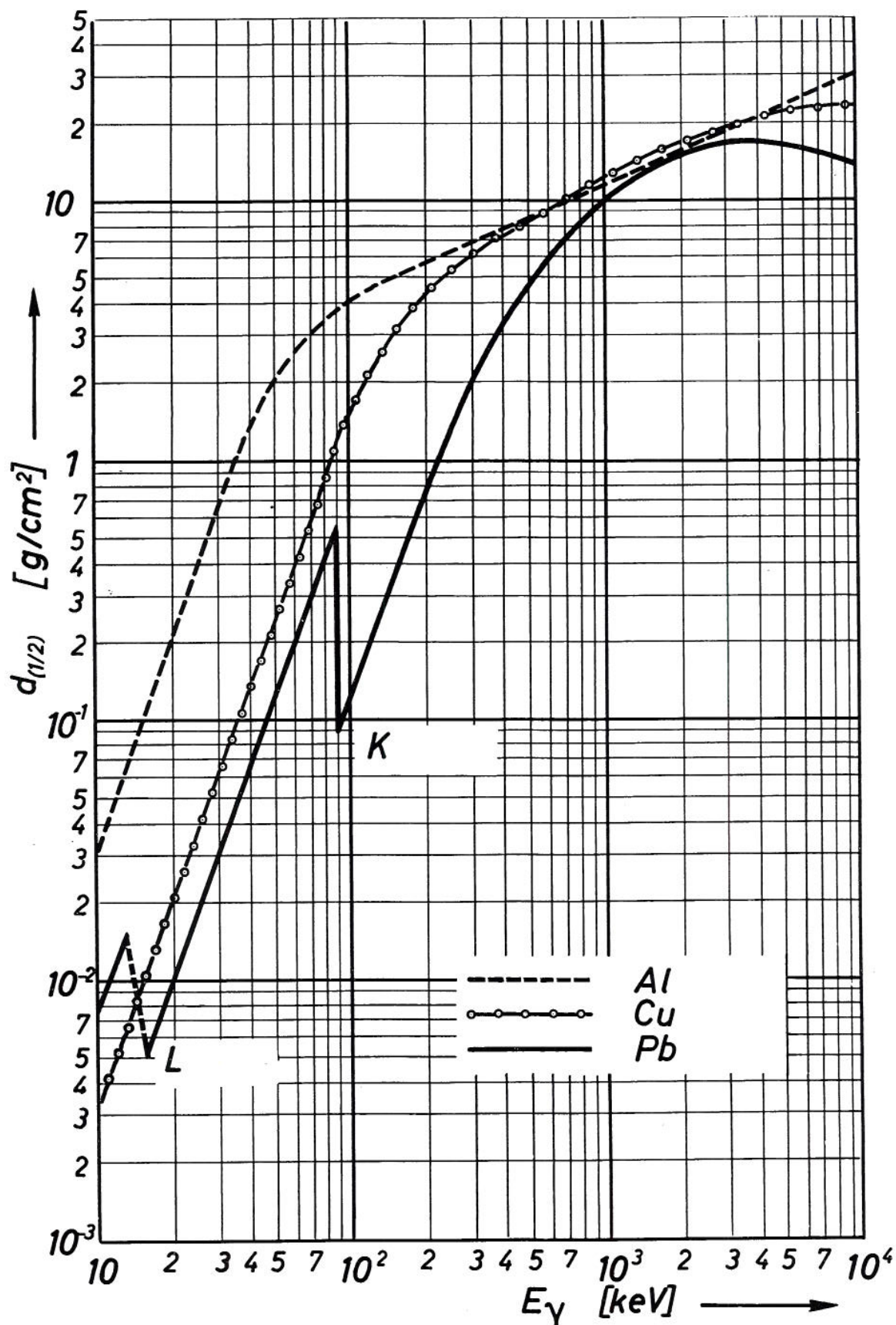
Literatur: W. W. Black und R. L. Heath, Nucl. Phys. **A90**, 650 (1967)
References: D. H. White und D. J. Groves, Nucl. Phys. **A91**, 453 (1967)
Références: M. S. Freedman, F. T. Porter und F. Wagner, Phys. Rev. **151**, 899 (1966)
Referencias: G. Murray, R. L. Graham und J. S. Geiger, Nucl. Phys. **63**, 353 (1965)

Nuklid	Energie (keV)*	Nuklid	Energie (keV)*	Nuklid	Energie (keV)*
²⁴¹ Am	56,658 (17)	¹³⁷ Cs	661,595 (76)	⁵² V	1 434,19 (5)
¹⁰⁹ Cd	87,7 (2)	⁹⁵ Nb	765,83 (7)	¹²⁴ Sb	1 691,24 (8)
¹⁵³ Gd	97,43 (2)	⁵⁴ Mn	834,84 (7)	²⁸ Al	1 778,70 (17)
¹⁵³ Gd	103,18 (2)	⁸⁸ Y	898,01 (7)	⁸⁸ Y	1 836,08 (7)
¹⁴¹ Ce	145,41 (3)	⁹² Nb	934,51 (7)	²⁰⁸ Tl	2 614,47 (10)
¹³⁹ Ce	165,85 (5)	²⁰⁷ Pb	1 063,63 (7)	²⁴ Na	2 753,92 (12)
²⁰³ Hg	279,16 (2)	⁶⁵ Zn	1 115,51 (7)	⁶⁶ Ga	4 086,2 (15)
⁵¹ Cr	320,11 (3)	⁶⁰ Co	1 173,226 (40)	⁶⁶ Ga	4 295,0 (15)
⁷ Be	477,57 (5)	²² Na	1 274,52 (7)	⁶⁶ Ga	4 461,6 (15)
$\gamma \pm$	511,006 (2)	⁶⁰ Co	1 332,483 (46)	⁶⁶ Ga	4 805,9 (15)
²⁰⁷ Pb	569,62 (6)	²⁴ Na	1 368,526 (44)		

*) Die Zahlen in Klammern sind die Standardabweichungen.
The standard deviations are listed in parentheses.
Les nombres entre parenthèses indiquent les écarts-types.
Los números entre paréntesis indican las desviaciones standard.



Abhängigkeit der K-Fluoreszenzausbeute (ω_K) von der Ladungszahl (Z)
K-fluorescence yield (ω_K) versus charge number (Z)
Variation du rendement de fluorescence (ω_K) avec le nombre de charge (Z)
Variación del rendimiento de fluorescencia en la capa (ω_K) en función del número atómico (Z)



Berechnete Halbwertsdicke für γ -Strahlen in Aluminium, Kupfer und Blei*)
 Calculated half-thickness for γ -rays in aluminium, copper and lead*)
 Couche de demi-absorption calculée pour les rayons γ dans l'aluminium, le cuivre et le plomb*)
 Espesor de semirreducción calculado para rayos γ en aluminio, cobre y plomo*)

*) R. C. White, NBS-1003

Bei Abschirmberechnungen sind zusätzlich Aufbaufaktoren zu berücksichtigen; siehe z.B.:

In addition build-up factors should be used for shielding calculations; see e.g.:

Dans les calculs de blindage il faut prendre en considération les facteurs d'accumulation; voir par ex.:

En el cálculo de blindajes deben tenerse en cuenta los factores de acumulación; véase p.ej.:

O. I. Leipunskii et al: Propagation of Gamma Quanta in Matter, Pergamon Press, Oxford 1965

Bindungsenergien der Hüllenelektronen in eV
Binding Energies of Orbital Electrons in eV
Energies de liaison des électrons orbitaux en eV
Energías de enlace de los electrones orbitales en eV

Literatur: K. Siegbahn, Alpha-, Beta- and Gamma-Ray Spectroscopy,
Reference: North-Holland Publ. Comp., Amsterdam 1965
Référence:
Referencia:

ELEMENT	K	L I	L II	L III	M I	M II	M III	M IV	M V	$K\alpha_1$ ($E_K - E_{LIII}$)
1 H	14									
2 He	25									
3 Li	55									
4 Be	112									
5 B	188									
6 C	284									
7 N	402									
8 O	532									
9 F	686									
10 Ne	867			19						848
11 Na	1 072			31						1 041
12 Mg	1 305	63		52						1 253
13 Al	1 560	87		73						1 487
14 Si	1 839	118	100	99						1 740
15 P	2 149	153	136	135						2 014
16 S	2 472	193	165	164	17		8			2 308
17 Cl	2 822	238	202	200	17		10			2 622
18 Ar	3 202	287	247	245	27		12			2 987
19 K	3 607	341	297	294	34		18			3 313
20 Ca	4 038	400	350	346	44		25		5	3 692
21 Sc	4 493	463	407	403	54		32		7	4 090
22 Ti	4 965	531	460	454	59		33		2	4 511
23 V	5 465	604	520	513	67		38		2	4 952
24 Cr	5 989	682	583	574	74		43		2	5 415
25 Mn	6 540	754	652	641	84		49		4	5 899
26 Fe	7 112	842	721	709	94		54		3	6 403
27 Co	7 709	929	794	779	101		60		3	6 930
28 Ni	8 333	1 012	872	855	113		69		4	7 478
29 Cu	8 979	1 100	952	932	120	77	74		2	8 047
30 Zn	9 659	1 196	1 044	1 021	139		88		9	8 638
31 Ga	10 367	1 302	1 142	1 115	158	106	102		17	9 252
32 Ge	11 104	1 414	1 249	1 218	181	126	122	31	30	9 886
33 As	11 868	1 530	1 360	1 325	206	148	142	43	42	10 543
34 Se	12 658	1 653	1 477	1 436	232	169	162	58	57	11 222
35 Br	13 474	1 782	1 596	1 550	257	189	183	70	70	11 924
36 Kr	14 322	1 920	1 726	1 675	288	220	211		87	12 647
37 Rb	15 200	2 065	1 863	1 805	322	249	238	112	110	13 395
38 Sr	16 105	2 216	2 007	1 940	358	279	269	136	134	14 165
39 Y	17 039	2 373	2 156	2 080	395	313	301	160	158	14 959
40 Zr	17 998	2 532	2 307	2 223	431	344	330	183	180	15 775
41 Nb	18 986	2 698	2 465	2 371	468	378	362	208	205	16 615
42 Mo	19 999	2 866	2 625	2 520	505	409	392	230	227	17 479
43 Tc	21 045	3 043	2 793	2 677	544	446	426	256	253	18 368
44 Ru	22 117	3 224	2 967	2 838	585	484	461	283	279	19 279
45 Rh	23 220	3 412	3 146	3 003	627	521	496	311	307	20 217
46 Pd	24 350	3 605	3 330	3 173	670	559	531	340	334	21 177
47 Ag	25 514	3 806	3 524	3 351	717	602	571	371	367	22 163
48 Cd	26 711	4 018	3 727	3 537	770	651	617	411	404	23 174
49 In	27 940	4 238	3 938	3 730	825	702	664	451	443	24 210
50 Sn	29 200	4 465	4 156	3 929	884	757	715	493	485	25 271

Umrechnungstabellen Conversion Tables

Länge Length

Longueur Longitud

1 m = 10 dm = 10² cm = 10³ mm = 10⁶ µm = 10⁹ nm = 10¹⁰ Å
 1 inch (U.S. = Brit.) = 1/12 foot = 1/36 yard = 10³ mil
 1 mile (statute) = 1760 yards = 1,609344 km

	cm	inches	feet
cm	1	0,393701	3,28084 · 10 ⁻²
inches	2,54	1	8,3 · 10 ⁻²
feet	30,48	12	1

Tables de conversion Tablas de conversión

Fläche Area

Surface Superficie

1 m² = 10² dm² = 10⁴ cm² = 10⁶ mm² = 10⁻⁶ km²
 1 square inch (U.S. = Brit.) = 1/144 square foot = 1/1296 square yard

	cm ²	square inches	square feet
cm ²	1	1,550003 · 10 ⁻¹	1,076391 · 10 ⁻³
square inches	6,4516	1	0,694 · 10 ⁻³
square feet	929,0304	144	1

Raum Volume

Volume Volumen

1 m³ = 10³ dm³ = 10⁶ cm³
 1 l = 1,000028 dm³
 1 cubic inch (U.S. = Brit.) = 1/1728 cubic foot = 1/15552 cubic yard
 1 gallon (U.S. liqu.) = 4 quarts = 8 pints
 1 gallon (U.S. liqu.) = 0,8326747 gallons (Brit.)

	cm ³	cubic inches	cubic feet	pints U.S.	gallons U.S.
cm ³	1	6,102374 · 10 ⁻²	3,531467 · 10 ⁻⁵	2,1133764 · 10 ⁻³	2,6417205 · 10 ⁻⁴
cubic inches	16,387064	1	5,78703 · 10 ⁻⁴	3,4632035 · 10 ⁻²	4,3290043 · 10 ⁻³
cubic feet	2,831685 · 10 ⁴	1728	1	59,844156	7,4805195
pints U.S.	4,731765 · 10 ²	28,875	1,6710069 · 10 ⁻²	1	0,125
gallons U.S.	3,7854118 · 10 ³	231	0,1336806	8	1

Masse Mass

Masse Masa

Dichte Density

Masse volumique Densidad

1 g = 10³ mg = 10⁶ µg
 1 pound = 16 ounces

1 g/ml = 0,999972 g/cm³
 1 g/cm³ = 1,000028 g/ml

	g	ounces	pounds
g	1	3,5273962 · 10 ⁻²	2,2046226 · 10 ⁻³
ounces	28,349523	1	6,25 · 10 ⁻²
pounds	453,59237	16	1

	g/cm ³	<u>pounds</u> cubic inch	<u>pounds</u> cubic foot
g/cm ³	1	3,6127292 · 10 ⁻²	62,427961
<u>pounds</u> cubic inch	27,679905	1	1728
<u>pounds</u> cubic foot	1,6018463 · 10 ⁻²	5,78703 · 10 ⁻⁴	1

**Druck
Pressure**

**Pression
Presión**

	Torr (mm Hg; 0°C)	mb	mm H ₂ O (4°C; 1 atm)	at (tech) (1 kp/cm ²)	atm (phys) (760 Torr)	pounds square inch	N/m ²
Torr (mm Hg; 0°C)	1	1,333224	13,5954	$1,35951 \cdot 10^{-3}$	$1,3157895 \cdot 10^{-3}$	$1,93368 \cdot 10^{-2}$	$1,333224 \cdot 10^2$
mb	0,750062	1	10,1974	$1,019716 \cdot 10^{-3}$	$9,86923 \cdot 10^{-4}$	$1,45038 \cdot 10^{-2}$	10^2
mm H ₂ O (4°C; 1 atm)	$7,35539 \cdot 10^{-2}$	$9,80638 \cdot 10^{-2}$	1	$9,99972 \cdot 10^{-5}$	$9,67814 \cdot 10^{-5}$	$1,42229 \cdot 10^{-3}$	9,80638
at (tech) (1 kp/cm ²)	$7,35559 \cdot 10^2$	$9,80665 \cdot 10^2$	$1,00003 \cdot 10^4$	1	0,967841	14,223343	$9,80665 \cdot 10^4$
atm (phys) (760 Torr)	760	$1,01325 \cdot 10^3$	$1,03326 \cdot 10^4$	1,03323	1	14,6960	$1,01325 \cdot 10^5$
pounds square inch	51,7149	68,94757	703,089	$7,0306958 \cdot 10^{-2}$	$6,80460 \cdot 10^{-2}$	1	$6,894757 \cdot 10^3$
N/m ²	$7,50062 \cdot 10^{-3}$	10^{-2}	$1,01974 \cdot 10^{-1}$	$1,019716 \cdot 10^{-5}$	$9,86923 \cdot 10^{-6}$	$1,45038 \cdot 10^{-4}$	1

**Zeit
Time**

**Temps
Tiempo**

	Sekunden seconds	Minuten minutes	Stunden hours	Tage days	Wochen weeks	Jahre (ephem.) years	
Sekunden seconds	1	$1,6 \cdot 10^{-2}$	$2,7 \cdot 10^{-4}$	$1,15740 \cdot 10^{-5}$	$1,6534 \cdot 10^{-6}$	$3,1689 \cdot 10^{-8}$	secondes segundos
Minuten minutes	60	1	$1,6 \cdot 10^{-2}$	$6,94 \cdot 10^{-4}$	$9,9206 \cdot 10^{-5}$	$1,9013 \cdot 10^{-6}$	minutes minutos
Stunden hours	3600	60	1	$4,16 \cdot 10^{-2}$	$5,9523 \cdot 10^{-3}$	$1,1408 \cdot 10^{-4}$	heures horas
Tage days	86 400	1440	24	1	0,14286	$2,7379 \cdot 10^{-3}$	jours días
Wochen weeks	604 800	10 080	168	7	1	$1,9165 \cdot 10^{-2}$	semaines semanas
Jahre (ephem.) years	$3,1557 \cdot 10^7$	$5,2595 \cdot 10^5$	8765,8	365,24	52,177	1	ans (ephem.) años
	secondes segundos	minutes minutos	heures horas	jours días	semaines semanas	ans (ephem.) años	

**Temperatur
Temperature**

**Température
Temperatura**

	° Celsius	° Fahrenheit	° Kelvin
° Celsius	1	$\frac{9}{5} \times (° C) + 32$	$\times (° C) + 273,15$
° Fahrenheit	$\frac{5}{9} [x (° F) - 32]$	1	$\frac{5}{9} [x (° F) - 32] + 273,15$
° Kelvin	$\times (° K) - 273,15$	$\frac{9}{5} [x (° K) - 273,15] + 32$	1

Energie
Energy

Energie
Energía

	erg	Joule abs.	kcal _{IT}	kWh abs.	MeV	≅ g	≅ u
erg	1	10 ⁻⁷	2,3885 · 10 ⁻¹¹	2,7 · 10 ⁻¹⁴	6,24181 · 10 ⁵	1,112649 · 10 ⁻²¹	6,7010 · 10 ²
Joule abs.	10 ⁷	1	2,3885 · 10 ⁻⁴	2,7 · 10 ⁻⁷	6,24181 · 10 ¹²	1,112649 · 10 ⁻¹⁴	6,7010 · 10 ⁹
kcal _{IT}	4,1868 · 10 ¹⁰	4,1868 · 10 ³	1	1,1630 · 10 ⁻³	2,6133 · 10 ¹⁶	4,6584 · 10 ⁻¹¹	2,8056 · 10 ¹³
kWh abs.	3,6 · 10 ¹³	3,6 · 10 ⁶	8,5985 · 10 ²	1	2,24705 · 10 ¹⁹	4,00554 · 10 ⁻⁸	2,41235 · 10 ¹⁶
MeV	1,60210 · 10 ⁻⁶	1,60210 · 10 ⁻¹³	3,8266 · 10 ⁻¹⁷	4,45027 · 10 ⁻²⁰	1	1,78258 · 10 ⁻²⁷	1,07356 · 10 ⁻³
≅ g	8,987554 · 10 ²⁰	8,987554 · 10 ¹³	2,1466 · 10 ¹⁰	2,496543 · 10 ⁷	5,60986 · 10 ²⁶	1	6,0225 · 10 ²³
≅ u	1,49232 · 10 ⁻³	1,49232 · 10 ⁻¹⁰	3,5643 · 10 ⁻¹⁴	4,1453 · 10 ⁻¹⁷	931,478	1,66043 · 10 ⁻²⁴	1

Leistung
Power

Puissance
Potencia

	erg/s	W	mkg/s	kcal _{IT} /s	MeV/s
erg/s	1	10 ⁻⁷	1,019716 · 10 ⁻⁸	2,3885 · 10 ⁻¹¹	6,24181 · 10 ⁵
W	10 ⁷	1	1,019716 · 10 ⁻¹	2,3885 · 10 ⁻⁴	6,24181 · 10 ¹²
mkg/s	9,80665 · 10 ⁷	9,80665	1	2,3423 · 10 ⁻³	6,12113 · 10 ¹³
kcal _{IT} /s	4,1868 · 10 ¹⁰	4,1868 · 10 ³	4,2693 · 10 ²	1	2,6133 · 10 ¹⁶
MeV/s	1,60210 · 10 ⁻⁶	1,60210 · 10 ⁻¹³	1,63369 · 10 ⁻¹⁴	3,8266 · 10 ⁻¹⁷	1

Elektrische Ladung
Electrical charge

Charge électrique
Carga eléctrica

	C (As)	emE e. m. u.	esE e. s. u.	Elementarladung elementary charge	
C (As)	1	0,1	2,99793 · 10 ⁹	6,24181 · 10 ¹⁸	
emE e. m. u.	10	1	2,99793 · 10 ¹⁰	6,24181 · 10 ¹⁹	u. e. m. u. e. m.
esE e. s. u.	3,33564 · 10 ⁻¹⁰	3,33564 · 10 ⁻¹¹	1	2,08204 · 10 ⁹	u. e. s. u. e. e.
Elementarladung elementary charge	1,60210 · 10 ⁻¹⁹	1,60210 · 10 ⁻²⁰	4,80298 · 10 ⁻¹⁰	1	Charge élémentaire Carga elemental
		u. e. m. u. e. m.	u. e. s. u. e. e.	Charge élémentaire Carga elemental	

Alphabetische Liste und Dichten*) der Elemente
Alphabetical List and Densities*) of the Elements

Liste alphabétique et masses volumiques*) des éléments
Lista alfabética y densidades*) de los elementos

Symbol	Z	Dichte; density masse volumique densidad (g/cm ³ , 25°C) N (g/l; 0°C; 760 Torr)	Name	name	nom	nombre
Ac	89		Actinium	Actinium	Actinium	Actinio
Ag	47	10,50	Silber	Silver	Argent	Plata
Al	13	2,698	Aluminium	Aluminium	Aluminium	Aluminio
Am	95		Americium	Americium	Américium	Americio
Ar	18	1,7837 N	Argon	Argon	Argon	Argón
As	33	5,72	Arsen	Arsenic	Arsenic	Arsénico
At	85		Astat	Astatine	Astate	Astato
Au	79	19,3	Gold	Gold	Or	Oro
B	5	2,33	Bor	Boron	Bore	Boro
Ba	56	3,61	Barium	Barium	Baryum	Bario
Be	4	1,86	Beryllium	Beryllium	Béryllium	Berilio
Bi	83	9,79	Wismut	Bismuth	Bismuth	Bismuto
Bk	97		Berkelium	Berkelium	Berkelium	Berkelio
Br	35	3,14 (20°C)	Brom	Bromine	Brome	Bromo
C	6	2,2	Kohlenstoff	Carbon	Carbone	Carbono
Ca	20	1,540	Calcium	Calcium	Calcium	Calcio
Cd	48	8,642	Cadmium	Cadmium	Cadmium	Cadmio
Ce	58	6,768	Cer	Cerium	Cérium	Cerio
Cf	98		Californium	Californium	Californium	Californio
Cl	17	3,214 N	Chlor	Chlorine	Chlore	Cloro
Cm	96		Curium	Curium	Curium	Curio
Co	27	8,9	Kobalt	Cobalt	Cobalt	Cobalto
Cr	24	7,2	Chrom	Chromium	Chrome	Cromo
Cs	55	1,873 (20°C)	Cäsium	Cesium	Caesium	Cesio
Cu	29	8,96	Kupfer	Copper	Cuivre	Cobre
Dy	66	8,559	Dysprosium	Dysprosium	Dysprosium	Disprozio
Er	68	9,062	Erbium	Erbium	Erbium	Erbio
Es	99		Einsteinium	Einsteinium	Einsteinium	Einsteinio
Eu	63	5,24	Europium	Europium	Europium	Europio
F	9	1,696 N	Fluor	Fluorine	Fluor	Flúor
Fe	26	7,87	Eisen	Iron	Fer	Hierro
Fm	100		Fermium	Fermium	Fermium	Fermio
Fr	87		Francium	Francium	Francium	Francio
Ga	31	5,91	Gallium	Gallium	Gallium	Galio
Gd	64	7,886	Gadolinium	Gadolinium	Gadolinium	Gadolinio
Ge	32	5,3263	Germanium	Germanium	Germanium	Germanio
H	1	0,08989 N	Wasserstoff	Hydrogen	Hydrogène	Hydrógeno
He	2	0,17847 N	Helium	Helium	Hélium	Helio
Hf	72	13,36	Hafnium	Hafnium	Hafnium	Hafnio
Hg	80	13,5459 (20°C)	Quecksilber	Mercury	Mercure	Mercurio
Ho	67	8,799	Holmium	Holmium	Holmium	Holmio
In	49	7,30	Indium	Indium	Indium	Indio
Ir	77	22,4	Iridium	Iridium	Iridium	Iridio
J	53	4,932	Jod	Iodine	Iode	Yodo
K	19	0,862	Kalium	Potassium	Potassium	Potasio
Kr	36	3,744 N	Krypton	Krypton	Krypton	Criptón
Ku	104		Kurchatovium	Kurchatovium	Kurchatovium	Kurchatovio
La	57	6,162	Lanthan	Lanthanum	Lanthane	Lantano
Li	3	0,534	Lithium	Lithium	Lithium	Litio
Lr	103		Lawrencium	Lawrencium	Lawrencium	Lawrencio
Lu	71	9,849	Lutetium	Lutetium	Lutétium	Lutecio

Symbol	Z	Dichte; density masse volumique densidad (g/cm ³ , 25° C) N (g/l; 0° C; 760 Torr)	Name	name	nom	nombre
Md	101		Mendelevium	Mendelevium	Mendélévium	Mendelevio
Mg	12	1,741	Magnesium	Magnesium	Magnésium	Magnesio
Mn	25	7,43	Mangan	Manganese	Manganèse	Manganeso
Mo	42	10,22	Molybdän	Molybdenum	Molybdène	Molibdeno
N	7	1,25046 N	Stickstoff	Nitrogen	Azote	Nitrógeno
Na	11	0,971	Natrium	Sodium	Sodium	Sodio
Nb	41	8,55	Niob	Niobium	Niobium	Niobio
Nd	60	7,007	Neodym	Neodymium	Néodyme	Neodimio
Ne	10	0,9006 N	Neon	Neon	Néon	Neón
Ni	28	8,91	Nickel	Nickel	Nickel	Níquel
No	102		Nobelium	Nobelium	Nobélium	Nobelio
Np	93		Neptunium	Neptunium	Neptunium	Neptunio
O	8	1,4289 N	Sauerstoff	Oxygen	Oxygène	Oxígeno
Os	76	22,48	Osmium	Osmium	Osmium	Osmio
P	15	2,69	Phosphor	Phosphorus	Phosphore	Fósforo
Pa	91		Protactinium	Protactinium	Protactinium	Protactinio
Pb	82	11,337	Blei	Lead	Plomb	Plomo
Pd	46	12,1	Palladium	Palladium	Palladium	Paladio
Pm	61		Promethium	Promethium	Prométhéum	Prometio
Po	84		Polonium	Polonium	Polonium	Polonio
Pr	59	6,769	Praseodym	Praseodymium	Praséodyme	Praseodimio
Pt	78	21,5	Platin	Platinum	Platine	Platino
Pu	94		Plutonium	Plutonium	Plutonium	Plutonio
Ra	88		Radium	Radium	Radium	Radio
Rb	37	1,532 (20° C)	Rubidium	Rubidium	Rubidium	Rubidio
Re	75	21,04	Rhenium	Rhenium	Rhénium	Renio
Rh	45	12,5	Rhodium	Rhodium	Rhodium	Rodio
Rn	86		Radon	Radon	Radon	Radón
Ru	44	12,3	Ruthenium	Ruthenium	Ruthénium	Rutenio
S	16	2,07 (23° C)	Schwefel	Sulfur	Soufre	Azufre
Sb	51	6,69	Antimon	Antimony	Antimoine	Antimonio
Sc	21	2,99	Scandium	Scandium	Scandium	Escandio
Se	34	4,7924	Selen	Selenium	Sélénium	Selenio
Si	14	2,3263	Silicium	Silicon	Silicium	Silicio
Sm	62	7,53	Samarium	Samarium	Samarium	Samario
Sn	50	7,29	Zinn	Tin	Etain	Estaño
Sr	38	2,67	Strontium	Strontium	Strontium	Estroncio
Ta	73	16,6	Tantal	Tantalum	Tantale	Tántalo
Tb	65	8,253	Terbium	Terbium	Terbium	Terbio
Tc	43		Technetium	Technetium	Technétium	Tecnecio
Te	52	6,25	Tellur	Tellurium	Tellure	Teluro
Th	90	11,7	Thorium	Thorium	Thorium	Torio
Ti	22	4,505	Titan	Titanium	Titane	Titania
Tl	81	11,85	Thallium	Thallium	Thallium	Talio
Tm	69	9,318	Thulium	Thulium	Thulium	Tulio
U	92	19,1	Uran	Uranium	Uranium	Uranio
V	23	6,12	Vanadin	Vanadium	Vanadium	Vanadio
W	74	19,27	Wolfram	Tungsten	Tungstène	Wolframio
Xe	54	5,896 N	Xenon	Xenon	Xénon	Xenón
Y	39	4,472	Yttrium	Yttrium	Yttrium	Ytrio
Yb	70	6,959	Ytterbium	Ytterbium	Ytterbium	Yterbio
Zn	30	7,13	Zink	Zinc	Zinc	Cinc
Zr	40	6,50	Zirkon	Zirconium	Zirconium	Circonio

*) D'Ans-Lax, Taschenbuch für Chemiker und Physiker, 1. Band, 3. Auflage, Berlin 1967

Familles radioactives naturelles

THORIUM				A = 4 n																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
---------	--	--	--	---------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

ACTINIUM				A = 4n + 3						Th 231 UY 25,6 h β ⁻	← α	U 235 AcU 7 · 10 ⁸ a
			Bi 215 7,4 m β ⁻	← α 97%	At 219 0,9 m β ⁻ 3%	← α 4 · 10 ⁻³ %	Fr 223 AcK 22 m β ⁻ ~ 100%	← α 1,2%	Ac 227 Ac 22 a β ⁻ 98,8%	← α	Pa 231 Pa 3,3 · 10 ⁴ a	
		Pb 211 AcB 36,1 m β ⁻	← α ~ 100%	Po 215 AcA 1,8 ms β ⁻ 5 · 10 ⁻⁴ %	← α	Rn 219 An 3,9 s	← α	Ra 223 AcX 11,4 d	← α	Th 227 RdAc 18,7 d		
	Tl 207 AcC' 4,8 m β ⁻	← α 99,68%	Bi 211 AcC 2,15 m β ⁻ 0,32%	← α	At 215 ~ 100 μs							
		Pb 207 AcD stabil	← α	Po 211 AcC' 0,52 s								

URAN · RADIUM A = 4 n + 2										Th 234 UX ₁ 24,1 d β ⁻	α	U 238 U _I 4,5 · 10 ⁹ a	
											↓		
											Pa 234 UX ₂ 1,2 m β ⁻ 99,83% Pv 6,7 h β ⁻ 0,17%		
											↓		
												U 234 U _I 2,5 · 10 ⁵ a	
							</						